

Container filling level measuring device uses reflection of measuring signal from surface of container contents**Publication number:** DE10149851 (A1)**Publication date:** 2003-04-24**Inventor(s):** LUETKE WOLFRAM [DE]; MALZAHN THOMAS [DE]; KIRST MICHAEL [DE]**Applicant(s):** ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]**Classification:**- **international:** G01F23/284; G01F23/284; (IPC1-7): G01F23/296- **European:** G01F23/284**Application number:** DE20011049851 20011010**Priority number(s):** DE20011049851 20011010**Also published as:**

EP1434974 (A1)

WO03034004 (A1)

Cited documents:

DE19860901 (A1)

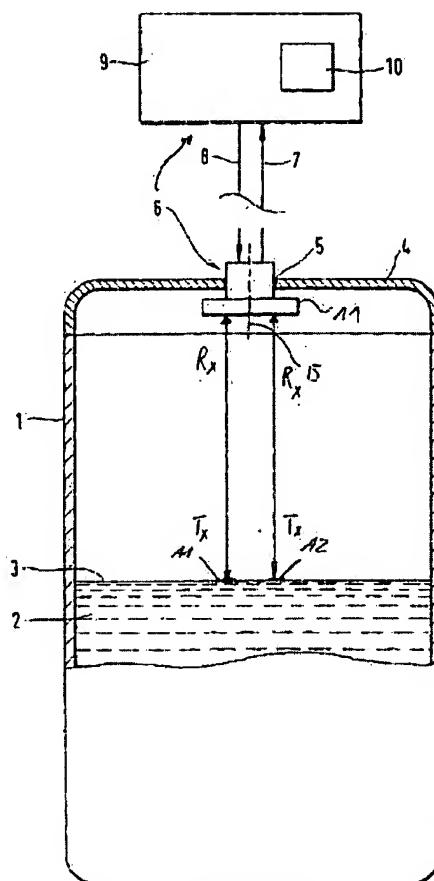
DE19800306 (A1)

DE10051025 (A1)

DE10049995 (A1)

Abstract of DE 10149851 (A1)

The device has a signal transmitter with an antenna (11) having an electronically switched main scanning direction, for transmission of a measuring signal (Tx) in at least 2 different measuring regions (A1,A2) and a receiver for detection of corresponding echo signals (Rx) reflected from the surface of the container contents (2), coupled to a regulation/evaluation circuit detecting the filling level and/or spurious echo signals. An independent claim for a method for measuring the filling level in a container is also included.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Offenlegungsschrift**
⑯ **DE 101 49 851 A 1**

⑯ Int. Cl.⁷:
G 01 F 23/296

DE 101 49 851 A 1

⑯ Aktenzeichen: 101 49 851.9
⑯ Anmeldetag: 10. 10. 2001
⑯ Offenlegungstag: 24. 4. 2003

⑦ Anmelder:
Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689 Maulburg,
DE

⑦ Vertreter:
Andres, A., Pat.-Anw., 79576 Weil am Rhein

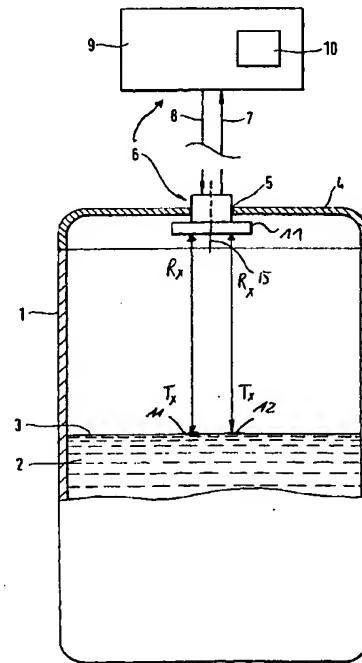
⑦ Erfinder:
Lütke, Wolfram, 83024 Rosenheim, DE; Malzahn,
Thomas, 48429 Rheine, DE; Kirst, Michael, 79112
Freiburg, DE

⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 198 60 901 A1
DE 198 00 306 A1
DE 100 51 025 A1
DE 100 49 995 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Vorrichtung zur Bestimmung des Füllstandes eines Füllguts in einem Behälter

⑥ Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein
Verfahren zur Bestimmung des Füllstandes eines Füllguts
(2) in einem Behälter (1).
Das erfahrungsgemäße Verfahren weist die folgenden
Verfahrensschritte auf: Meßsignale (Tx) mit zumindest
zwei unterschiedlichen, elektronisch geschalteten Haupt-
abstrahlrichtungen werden in zumindest zwei voneinan-
der verschiedene Meßbereiche (A1, A2), die im Innern des
Behälters (1) liegen, abgestrahlt; die in den verschiedenen
Meßbereichen (A1, A2) reflektierten Echosignale (Rx)
werden detektiert und zur Ermittlung des Füllstands und/
oder zur Ermittlung von prozeß- und/oder sensorbeding-
ten Störenchosignalen herangezogen.



DE 101 49 851 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung des Füllstandes eines Füllguts in einem Behälter über ein Laufzeitverfahren.

[0002] Laufzeitverfahren, beispielsweise das Pulsradarverfahren und das Frequenzmodulations-Dauerstrichradarverfahren (FMCW-Radar), nutzen die physikalische Gesetzmäßigkeit aus, daß die Laufstrecke eines Meßsignals gleich ist dem Produkt aus seiner Laufzeit und seiner Ausbreitungsgeschwindigkeit. Bei der Füllstandsmessung entspricht die Laufstrecke der Meßsignale dem doppelten Abstand zwischen der Antenne und der Oberfläche des Füllguts. Das Nutzchosignal, also das an der Oberfläche des Füllguts reflektierte Signal, und dessen Laufstrecke werden anhand der sog. Echofunktion bzw. der digitalisierten Hüllkurve bestimmt. Die Hüllkurve repräsentiert die Amplituden der Echosignale als Funktion des Abstandes "Antenne – Oberfläche des Füllguts". Der Füllstand selbst ergibt sich aus der Differenz zwischen dem bekannten Abstand der Antenne zum Boden des Behälters und dem durch die Messung bestimmten Abstand der Oberfläche des Füllguts zur Antenne.

[0003] Bekannt gewordene Füllstandsmeßgeräte sind derart ausgestaltet, daß sie die Meßsignale möglichst in einen punktförmigen Meßbereich der Oberfläche des Füllguts aussenden. Bei einer üblicherweise eingesetzten Antenne (Horn-, Stab-, Planar- oder Parabolantenne) liegt dieser Meßbereich in einer direkten Verlängerung zur Längsachse bzw. zur rotationssymmetrischen Achse der Antenne.

[0004] Entsprechend ausgestaltete Füllstandsmeßgeräte liefern verlässliche Meßdaten, solange die Längsachse der Antenne zumindest näherungsweise in Richtung der Oberflächennormalen des Füllguts positioniert ist. Diese Positionierung der Antenne wird jedoch erschwert oder sogar verhindert, wenn beispielsweise der Deckel des Behälters gekrümmt ist oder wenn der Öffnungsstutzen, in dem die Antenne montiert ist, gegenüber der Oberfläche des Füllguts geneigt ist. Bei einem schrägem Einbau des Füllstandsmeßgeräts liegt die Laufstrecke der Meßsignale außerhalb der Oberflächennormalen des Füllguts und entspricht somit nicht mehr dem kürzesten Abstand "Antenne – Oberfläche des Füllguts". Folglich entspricht die direkt gemessene Füllhöhe auch nicht mehr der aktuellen Füllhöhe des Füllguts in dem Behälter. Weiterhin besteht bei schrägem Einbau der Antenne bzw. bei schräger Abstrahlung der Meßsignale zunehmend die Gefahr, daß die Meßsignale zumindest bei gewissen Füllständen an der Wandung des Behälters oder an einem Einbauteil im Behälter, beispielsweise einem Rührwerk, reflektiert werden. Bei einem festen Füllgut (Schüttgut) ist darüber hinaus die Oberfläche des Füllguts in den seltensten Fällen eben. Oftmals weist sie einen Schüttkegel im Bereich des Zulaufs auf. Die zuvor genannten Beispiele verdeutlichen, daß Füllstandsmessungen, die einen punktförmigen Bereich der Oberfläche des Füllguts als Meßort nutzen, durchaus zu fehlerhaften Meßergebnissen führen können.

[0005] Ein weiteres Problem bei der Füllstandsmessung mittels hochfrequenter Meßsignale, insbesondere mittels Mikrowellen, besteht darin, daß sich an der Antenne Ablagerungen von Füllgut oder Kondensat bilden können. Die Gefahr dieser sog. Ansatzbildung an der Antenne besteht vermehrt bei klebrigen, zähflüssigen, spritzenden und gerührten Füllgütern. Sie tritt aber auch auf bei Kondensatbildung an der Antenne. Zwar vertragen z. B. Mikrowellenantennen ein gewisses Maß an Verschmutzung; die Messung wird jedoch fehlerhaft oder versagt völlig, wenn die Schutzschicht bzw. die Ansatzbildung ein gewisses Maß

übersteigt.

[0006] So wird bei starker Ansatzbildung an der Antenne das Meßsignal letztlich vollständig absorbiert; ein Nutzchosignal ist dann überhaupt nicht mehr feststellbar. Das gleiche Phänomen tritt auf, wenn der Füllstand innerhalb der sog. Blockdistanz der Antenne liegt. Mit den bekannt gewordenen Methoden kann nicht ohne weiteres unterscheiden werden, ob das fehlende Nutzchosignal auf eine Ansatzbildung zurückzuführen ist oder aber auf die Tatsache, daß sich die Oberfläche des Füllguts in unmittelbarer Nähe zur Antenne bzw. innerhalb der Blockdistanz der Antenne befindet.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren vorzuschlagen, die eine hochgenaue Messung des Füllstands eines Füllguts in einem Behälter über ein Laufzeitverfahren ermöglichen.

[0008] Die Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung gelöst, die die folgenden Komponenten aufweist: Eine Sendeeinheit, die Meßsignale über eine Antenne mit zumindest einer elektronisch geschalteten Hauptabstrahlrichtung aussendet, wobei die Hauptabstrahlrichtung der Meßsignale entweder außerhalb der Oberflächennormalen des Füllguts liegt oder wobei die Längsachse der Antenne außerhalb der Oberflächennormalen des Füllguts und wobei die zumindest eine Hauptabstrahlrichtung der Meßsignale im wesentlichen in Richtung der Oberflächennormalen des Füllguts liegt, oder wobei die Hauptabstrahlrichtungen der Meßsignale so gewählt sind, daß die Meßsignale in zumindest zwei voneinander verschiedene Meßbereiche, die sich im Nahfeld und/oder im Fernfeld der Sendeeinheit befinden, abgestrahlt werden; eine Empfangseinheit, die die in dem zumindest einen Meßbereich reflektierten Echosignale empfängt; eine Regel-/Auswerteschaltung, die anhand der Laufzeit der reflektierten Echosignale den Füllstand und/oder prozeß- bzw. sensorbedingte Störgrößen im Innern des Behälters ermittelt. Bei der Sende-/Empfangseinheit kann es sich selbstverständlich um eine Antenne handeln.

[0009] Eine erste Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung zielt darauf ab, daß die Antenne so angesteuert wird, daß die Meßsignale unabhängig von dem Einbau der Antenne im Behälterdeckel oder in der Behälterwand im wesentlichen in Richtung der Oberflächennormalen des Füllguts abgestrahlt und reflektiert werden. Gemäß einer zweiten Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Längsachse der Antenne im wesentlichen in Richtung der Oberflächennormalen des Füllguts positioniert. Die Antenne wird z. B. digital so angesteuert, daß die Meßsignale unterschiedliche Bereiche der Oberfläche des Füllguts oder des Behälterinnern abtasten/abscannen. Infolge dieser Abtastung wird Information über die Umgebung des Meßbereichs bereitgestellt. Mittels der zweiten Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es u. a. möglich, Unebenheiten an der Oberfläche des Füllguts zu erkennen und bei der Bestimmung des aktuellen Füllstands zu berücksichtigen.

[0010] Weiterhin ermöglicht es die Erfindung, in einen ersten Meßzyklus Information über den Füllstand (→ Fernfeld-Messung) und in einem zweiten Meßzyklus Information über z. B. eine Ansatzbildung an der Antenne (→ Nahfeld-Messung) zu erhalten.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich bei der Sende-/Empfangseinheit um eine Patch-Antenne mit einer Vielzahl von Patches, welche die Funktion von Sende- und/oder Empfangselementen übernehmen. Insbesondere ist vorgesehen, daß die Regel-/Auswerteschaltung die Patches elektronisch so schaltet, daß die Meßsignale zumindest zwei voneinander verschiedene Hauptabstrahlrichtungen aufweisen. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, die Meßsignale ge-

zielt so auszusenden, daß sie nicht an einem Einbauteil, das sich in dem Behälter befindet, reflektiert werden. Entsprechende Verfahren zum gezielten Abstrahlen und Empfangen von Meßsignalen sind übrigens in der Radartechnik unter dem Begriff "digital beam forming" bekannt geworden.

[0012] Weiterhin ist vorgesehen, daß die Regel-/Auswerteeinheit die Patches so ansteuert, daß die Meßbereiche, in denen die Meßsignale auftreffen, in zumindest zwei voneinander verschiedenen Bereichen der Oberfläche des Füllguts liegen. Diese Variante ermöglicht es, bei festen Schüttgütern eine Aussage über den Schüttkegel bzw. die Struktur der Oberfläche des Füllguts zu machen. Weiterhin ist es hierdurch möglich, Hindernisse im Strahlengang zu erkennen und auszublenden.

[0013] Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfundungsgemäßen Vorrichtung schlägt vor, daß die Regel-/Auswerteeinheit anhand mehrerer Meßsignale, die in unterschiedlichen Meßbereichen reflektiert wurden, das Nutzechosignal, also das an der Oberfläche des Füllguts reflektierte Meßsignal, zu bestimmen. Im einfachsten Fall erfolgt diese Be- stimmung durch eine Mittelwertbildung.

[0014] Die beiden zuvor genannten vorteilhaften Ausgestaltungen der erfundungsgemäßen Vorrichtung zielen im wesentlichen auf Messungen im Fernfeld der Antenne ab: So können im Fernfeld befindliche Einbauteile oder eine ungleichmäßig geformte Füllgutoberfläche bei der Ermittlung des aktuellen Füllstands berücksichtigt werden. Eine sehr interessante Ausgestaltung der erfundungsgemäßen Vorrichtung ist nun darauf gerichtet, Meßwerte aus dem Fernfeld und dem Nahfeld der Antenne zu gewinnen und auszuwerten.

[0015] Insbesondere ist vorgesehen, daß die Regel-/Auswerteeinheit anhand von Meßsignalen, die in einem ersten Meßbereich reflektiert werden, das Nutzechosignal ermittelt und daß die Regel-/Auswerteeinheit unter Nutzung von Meßsignalen, die in zumindest einem zweiten Meßbereich reflektiert werden, das Nutzechosignal korrigiert und/oder einer Plausibilitätsprüfung unterzieht und/oder die Ursache einer Fehlfunktion, insbesondere eine Ansatzbildung an der Sende-/Empfangseinheit, erkennt und/oder eine temporäre oder stationäre Störgröße im Innern des Behälters bzw. im Prozeß erkennt und ggf. bei der Füllstandsermittlung berücksichtigt.

[0016] Im Zusammenhang mit der Erkennung einer Fehlfunktion an der Antenne, z. B. einer Ansatzbildung, schlägt eine bevorzugte Ausgestaltung der erfundungsgemäßen Vorrichtung vor, daß die zumindest eine Sende-/Empfangseinheit einen Sendemode und einen Testmode aussendet bzw. empfängt, wobei die Hauptabstrahlrichtungen von Sendemode und Testmode voneinander verschieden sind. Zur Ermittlung des Füllstands wird auch weiterhin ein Sendemode mit einer ausgeprägten Vorwärtskeule gewählt; als Testmode wird bevorzugt ein Mode ausgewählt, der ausgeprägte Nebenkeulen aufweist.

[0017] Als sehr vorteilhaft wird es erachtet, wenn die Regel-/Auswerteeinheit die Sende-/Empfangseinheit so ansteuert, daß der Sendemode und der Testmode alternierend gesendet bzw. empfangen werden; anschließend werden beide Moden unabhängig voneinander ausgewertet. Beispielsweise wird anhand des Sendemodus der Füllstand ermittelt, während anhand des Testmodus Information darüber gewonnen wird, ob sich an der Antenne Ansatz gebildet hat. In diesem Zusammenhang ist es üblicherweise ausreichend, wenn die Regel-/Auswerteeinheit den Testmode nur für vorgegebene Zeitintervalle aktiviert.

[0018] Eine alternative Ausgestaltung der erfundungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß die Regel-/Auswerteeinheit die Meßsignale des Meßmodes aufgrund der Meßsi-

gnale des Testmodes korrigiert und/oder daß die Regel-/Auswerteeinheit die Meßsignale des Testmodes zur Erkennung stationärer oder temporärer Störgrößen im Innenraum des Behälters heranzieht.

5 [0019] Das erfundungsgemäße Verfahren weist die folgenden Verfahrensschritte auf:

[0020] Meßsignale mit unterschiedlichen Hauptabstrahlrichtungen werden in zumindest zwei voneinander verschiedene Meßbereiche, die im Innern des Behälters liegen, abge-

10 strahlt; anschließend werden die in den verschiedenen Meßbereichen reflektierten Echosignale detektiert; die detektierten Echosignale werden zur Ermittlung des Füllstands und/oder zur Ermittlung von prozeß- und/oder sensorbedingte Störechosignalen herangezogen. Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

[0021] Fig. 1: eine schematische Darstellung einer ersten Variante der erfundungsgemäßen Vorrichtung,

[0022] Fig. 2: eine Draufsicht auf eine erste Ausgestaltung einer Patch-Antenne, die im Zusammenhang mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung eingesetzt werden kann,

[0023] Fig. 3: eine Draufsicht auf eine zweite Ausgestaltung einer Patch-Antenne, die im Zusammenhang mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung eingesetzt werden kann,

[0024] Fig. 4: ein Blockschaltbild zur Ansteuerung einer

25 Vielzahl von Sende-/Empfangselementen und

[0025] Fig. 5: eine schematische Darstellung einer zweiten vorteilhaften Ausgestaltung der erfundungsgemäßen Vorrichtung.

[0026] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Variante der erfundungsgemäßen Vorrichtung. In dem Behälter 1 ist das Füllgut 2 gelagert. Der Füllstand des Füllguts 2 in dem Behälter wird mittels des Füllstandsmeßgeräts 6 über ein Laufzeitverfahren ermittelt. Im gezeigten Fall ist die Antenneneinheit 11 mit Signalerzeugungs-, Sende- und Empfangseinheit räumlich von der Regel-/Auswerteeinheit 9 und der Speichereinheit 10 abgesetzt. Der Datenaustausch und die Stromversorgung zwischen Antenneneinheit 11 und der Regel-/Auswerteeinheit 9 erfolgt über die Verbindungsleitungen 8, 9. Es versteht sich von selbst, daß in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung als Füllstandsmeßgerät 6 auch ein Kompaktgerät eingesetzt werden kann.

[0027] Die Antenneneinheit 11 ist in der Öffnung 5 im Deckel 4 des Behälters 1 montiert ist. Über die Antenneneinheit 11 werden Meßsignale Tx, insbesondere Mikrowellen, in Richtung der Oberflächennormalen des Füllguts 2 abgestrahlt. Im gezeigten Fall wird die Antenneneinheit 11 elektronisch so angesteuert, daß sie Meßsignale in zwei unterschiedliche Meßbereiche A1, A2 an der Oberfläche 3 des Füllguts 2 aussendet. Die reflektierten Echosignale Rx werden in der Antenneneinheit 11 empfangen. Anhand der Laufzeit der Meßsignale Tx/Echosignale Rx ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit 9 u. a. den aktuellen Füllstand des Füllguts 2 in dem Behälter 1.

[0028] Wie bereits zuvor erwähnt, kann die Antenne 11 erfundungsgemäß auch so montiert sein, daß die Längsachse 15 der Antenne 11 nicht parallel zur Oberflächennormalen des Füllguts 3 ausgerichtet ist. Dies ist – wie bereits zuvor gesagt – der Fall, wenn die Antenne in einem gekrümmten Behälterdeckel 4 montiert ist. Durch eine entsprechende elektronische Beschaltung der Antenne 11 kann die Hauptabstrahlrichtung der Meßsignale Tx in Richtung der Oberflächennormalen des Füllguts 2 realisiert werden.

[0029] Bei der Antenne 11, die in Verbindung mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung eingesetzt werden kann, handelt es sich – wie in den Figuren Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt – beispielsweise um eine sog. Planarantenne. Bevorzugt kommt übrigens eine Patch-Antenne 16 zum Einsatz. Patch-Antennen 16 weisen eine Vielzahl von definierten Sende-

und/oder Empfangselementen 12, 13 auf. Durch gezieltes elektronisches Zusammenschalten der Elemente 12, 13 lassen sich Meßsignale Tx mit unterschiedlichsten Abstrahlcharakteristiken erzeugen. Verwiesen sei in diesem Zusammenhang auf die EP 1 076 244 A1.

[0030] Die in den Figuren Fig. 2 und Fig. 3 dargestellten Antennenstrukturen weisen jeweils eine Vielzahl von Sende- und/oder Empfangselementen 12, 13 auf.

[0031] Der Einfachheit halber ist bei diesen Ausführungsbeispielen nur das Substrat 14 mit der darauf aufgebrachten Antennenstruktur dargestellt. Die weiteren Komponenten einer Planarantenne/Patchantenne sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt.

[0032] Die Fläche eines einzelnen Sende- und/oder Empfangselementes 12, 13 ist klein im Vergleich zur Fläche des Substrats 14. Symbolisch sind die Sende- und/oder Empfangselemente 12, 13 durch Kästchen dargestellt. Es versteht sich von selbst, daß jedes Sende- und/oder Empfangselement 12, 13 einzeln angeschlossen sein kann, indem z. B. in dem Substrat 14 entsprechend viele Bohrungen vorgesehen werden, durch die die elektrische Kontaktierung erfolgt.

[0033] Vorzugsweise werden jedoch mehrere Sende- und/oder Empfangselemente 12, 13 zu Funktionsblöcken zusammengeschlossen. So können z. B. wie in Fig. 2 dargestellt, alle im rechten Teil des Substrats angeordneten Sende- und/oder Empfangselemente 12, 13 und alle im linken Teil angeordneten Sende- und/oder Empfangselemente 12, 13 zu einem Funktionsblock zusammengeschaltet sein. Die Zuordnung ist in Fig. 2 symbolisch eingetragen, indem die eine Hälfte der Sende- und/oder Empfangselemente 12 mit einem Kreuz markiert ist.

[0034] Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Zuordnung zu Funktionsblöcken gleichfalls durch Kreuze markiert. Auch hier sind zwei Funktionsblöcke vorgesehen, wobei die zugehörigen Sende- und/oder Empfangselemente 12, 13 schachbrettartig angeordnet sind.

[0035] Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild zur elektronischen Beschaltung von 1, 2 . . . , N Sende-/Empfangselementen 12, 13. Die Sende-/Empfangselemente 12, 13 sind beispielsweise die Patches, die auf einer der in den Figuren Fig. 2 und Fig. 3 gezeigten Patch-Antennen 16 angeordnet sind.

[0036] Als Signalerzeugungseinheit wird eine Frequenzerzeugungsschaltung 17 verwendet. Das in der Frequenzerzeugungsschaltung 17 erzeugte Signal wird über einen Tiefpass 18 der Sende-/Empfangsweiche 19 zugeleitet. Die Sende-/Empfangsweiche 19 kann beispielsweise durch einen Richtkoppler oder einen Zirkulator realisiert sein. Die Sende-/Empfangsweiche 19 dient dazu, das Meßsignal Tx vom Echosignal Rx zu trennen. Über die Sende-/Empfangsweiche 19, den Leistungsteiler 23 und N gesteuerte Phasenschieber 25 wird das Meßsignal Tx den N diskreten Sende-/Empfangselementen 12, 13 zugeleitet. Über die Winkelsteuerung 24, die selbstverständlich auch direkt in die Regel-/Auswerteeinheit 9 integriert sein kann, wird das bereits zuvor genannte "digital beam forming" vorgenommen. Beispielsweise werden die Meßsignale Tx in zwei unterschiedliche Meßbereiche A1, A2 auf der Oberfläche 3 des Füllguts 2 fokussiert – diese Variante ist in Fig. 1 dargestellt.

[0037] Das an der Oberfläche 3 des Füllguts 2 reflektierte Echosignal Rx wird dem Mischler 20 zugeführt, in dem es zwecks Demodulation mit dem Sendesignal Tx gemischt wird. Anschließend wird das heruntergemischte Echosignal Rx über einen Tiefpass 21 einem Verstärker 22 zugeführt. Der Tiefpass 21 dient der Elimination hochfrequenter, störender Signalanteile. Nachfolgend wird das gefilterte und verstärkte Signal der Regel-/Auswerteeinheit 9 zur Auswertung zugeleitet.

[0038] In Fig. 5 ist eine schematische Darstellung einer

bevorzugten Variante der erfundungsgemäßen Vorrichtung zu sehen. Ein Füllstandsmeßgerät 6 ist in einer Öffnung 5 des Behälterdeckels 4 montiert. Die Meßsignale Tx bzw. die Echosignale Rx werden über eine Hornantenne 26 abgestrahlt bzw. empfangen. Das Füllstandsmeßgerät 6 erzeugt Meßsignale Tx mit – im gezeigten Fall – zwei unterschiedlichen Moden, einem Meßmode und einem Testmode. Der Meßmode weist in Abstrahlrichtung eine ausgeprägte Hauptkeule auf, d. h. der Hauptteil der Strahlungsenergie trifft in Richtung der Oberflächennormalen auf die Oberfläche 3 des Füllguts 2 auf und wird von dort reflektiert. Anhand der Echokurve bzw. der Hüllkurve ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit 9 die Lage des Nutzechosignals und nachfolgend den Füllstand des Füllguts 2 in dem Behälter 3. Der Meßmode wird übrigens in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung kontinuierlich oder alternierend betrieben.

[0039] Der Testmode weist, wie in der Fig. 5 skizziert, ausgeprägte Nebenkeulen auf. Bevorzugt wird übrigens ein "temporärer" Testmode verwendet, d. h. der Testmode wird nur während vorgegebener Zeitintervalle aktiviert. Beispielsweise handelt es sich bei dem Testmode um einen höheren Eigenmode der Antenne 26. Während der Meßmode zur Füllstandsbestimmung herangezogen wird, liefert der Testmode Information über das Umfeld der Antenne bzw. über das Umfeld des Meßbereichs oder über die Verhältnisse und Veränderungen an der Antenne 26. Dieser Testmode reagiert empfindlicher und insbesondere auch besser auswertbar auf charakteristische und/oder strukturelle Veränderungen innerhalb des Meßvolumens. Er kann u. a. zur Ansatzüberwachung an der Antenne und/oder zur Plausibilitätskontrolle des gemessenen Füllstands herangezogen werden. Eine Auswertung des Testmodes erfolgt beispielsweise anhand der Echokurve oder über ein sonstiges Auswerteverfahren, das im Zusammenhang mit der Ermittlung des Füllstands über die Laufzeit von Meßsignalen bekannt geworden ist.

Bezugszeichenliste

40	1 Behälter
	2 Füllgut
	3 Oberfläche des Füllguts
	4 Deckel
	5 Öffnung
45	6 Füllstandsmeßgerät
	7 Verbindungsleitung
	8 Verbindungsleitung
	9 Regel-/Auswerteeinheit
50	10 Speichereinheit
	11 Antenne
	12 Sendeelement
	13 Empfangselement
	14 Substrat
	15 Längsachse der Antenne
55	16 Patch-Antenne
	17 Frequenzerzeugungsschaltung
	18 Tiefpassfilter
	19 Koppler/Zirkulator
60	20 Mischer
	21 Tiefpassfilter
	22 Verstärker
	23 Leistungsteiler
	24 Winkelsteuerung
	25 Phasenschieber
65	26 Hornantenne

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung des Füllstandes eines Füllguts (2) in einem Behälter (1) mit einer Sendeeinheit, die Meßsignale (Tx) über zumindest eine Antenne (11) mit zumindest einer elektronisch geschalteten Hauptabstrahlrichtung aussendet, wobei zumindest eine Hauptabstrahlrichtung der Meßsignale (Tx) entweder außerhalb der Oberflächennormalen des Füllguts (2) liegt oder wobei die Längsachse (15) der Antenne (11) außerhalb der Oberflächennormalen des Füllguts und wobei die zumindest eine Hauptabstrahlrichtung der Meßsignale (Tx) im wesentlichen in Richtung der Oberflächennormalen des Füllguts (2) liegt, oder wobei die Hauptabstrahlrichtungen der Meßsignale (Tx) so gewählt sind, daß die Meßsignale (Tx) in zumindest zwei voneinander verschiedene Meßbereiche (A1, A2) abgestrahlt werden, mit einer Empfangseinheit, die die in dem zumindest einen Meßbereich (A1; A2) reflektierten Echosignale (Rx) empfängt, und mit einer Regel-/Auswerteschaltung (9), die anhand der Echosignale (Rx) den Füllstand und/oder prozeß- bzw. sensorbedingte Störgrößen im Innern des Behälters (1) ermittelt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei es sich bei der Antenne (11) um eine Patch-Antenne (16) mit einer Vielzahl von Patches bzw. Sende- und/oder Empfangselementen (12, 13) handelt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, daß die Regel-/Auswerteschaltung die Patches (12, 13) so ansteuert, daß die Meßsignale (Tx) zumindest zwei voneinander verschiedene Hauptabstrahlrichtungen aufweisen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Regel-/Auswerteeinheit (9) die Patches (12, 13) so ansteuert, daß die Meßbereiche (A1, A2) in zumindest zwei voneinander verschiedenen Bereichen der Oberfläche (3) des Füllguts (2) bzw. in zwei von einander verschiedenen Teilen des Behälters (1) liegen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei die Regel-/Auswerteeinheit (9) anhand der aus mehreren Meßbereichen (A1, A2) reflektierten Meßsignale (Rx) das sog. Nutzechosignal, also das an der Oberfläche (3) des Füllguts (2) reflektierte Meßsignal, ermittelt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5, wobei die Regel-/Auswerteeinheit (9) anhand von Meßsignalen (Rx1), die in einem ersten Meßbereich (A1) reflektiert werden, das Nutzechosignal ermittelt und wobei die Regel-/Auswerteeinheit unter Nutzung von Meßsignalen (Rx2), die in einem zweiten Meßbereich (A2) reflektiert werden, das Nutzechosignal korrigiert und/oder einer Plausibilitätsprüfung unterzieht und/oder die Ursache einer Fehlfunktion, insbesondere eine Ansatzbildung an der Antenne (11), erkennt und/oder eine temporäre oder stationäre Störgröße im Innern des Behälters (1) bzw. im Prozeß erkennt und ggf. bei der Füllstandsermittlung berücksichtigt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die zumindest eine Sende-/Empfangseinheit einen Sendemode und einen Testmode aussendet bzw. empfängt und wobei die Hauptabstrahlrichtungen von Sendemode und Testmode voneinander verschieden sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Regel-/Auswerteeinheit (9) die Sende-/Empfangseinheit so ansteuert, daß der Sendemode und der Testmode alternierend gesendet bzw. empfangen wer-

den und wobei die Regel-/Auswerteeinheit (9) beide Moden unabhängig voneinander auswertet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Regel-/Auswerteeinheit (9) den Testmode nur für vorgegebene Zeitintervalle aktiviert.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Regel-/Auswerteeinheit (9) die Meßsignale des Meßmodes aufgrund der Meßsignale des Testmodes korrigiert und/oder wobei die Regel-/Auswerteeinheit (9) die Meßsignale des Testmodes zur Ansatzerkennung und oder zur Erkennung stationärer oder temporärer Störgrößen im Innern des Behälters (1) heranzieht.

11. Verfahren zur Bestimmung des Füllstandes eines Füllguts in einem Behälter über ein Laufzeitverfahren, wobei Meßsignale (Tx1, Tx2) mit unterschiedlichen Hauptabstrahlrichtungen in zumindest zwei voneinander verschiedene Meßbereiche (A1, A2), die im Innern des Behälters (1) liegen, abgestrahlt werden, wobei die in den verschiedenen Meßbereichen (A1, A2) reflektierten Echosignale (Rx) detektiert werden, und wobei die Echosignale (Rx) zur Ermittlung des Füllstands und/oder zur Ermittlung von prozeß- und/oder sensorbedingte Störechosignalen herangezogen werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1

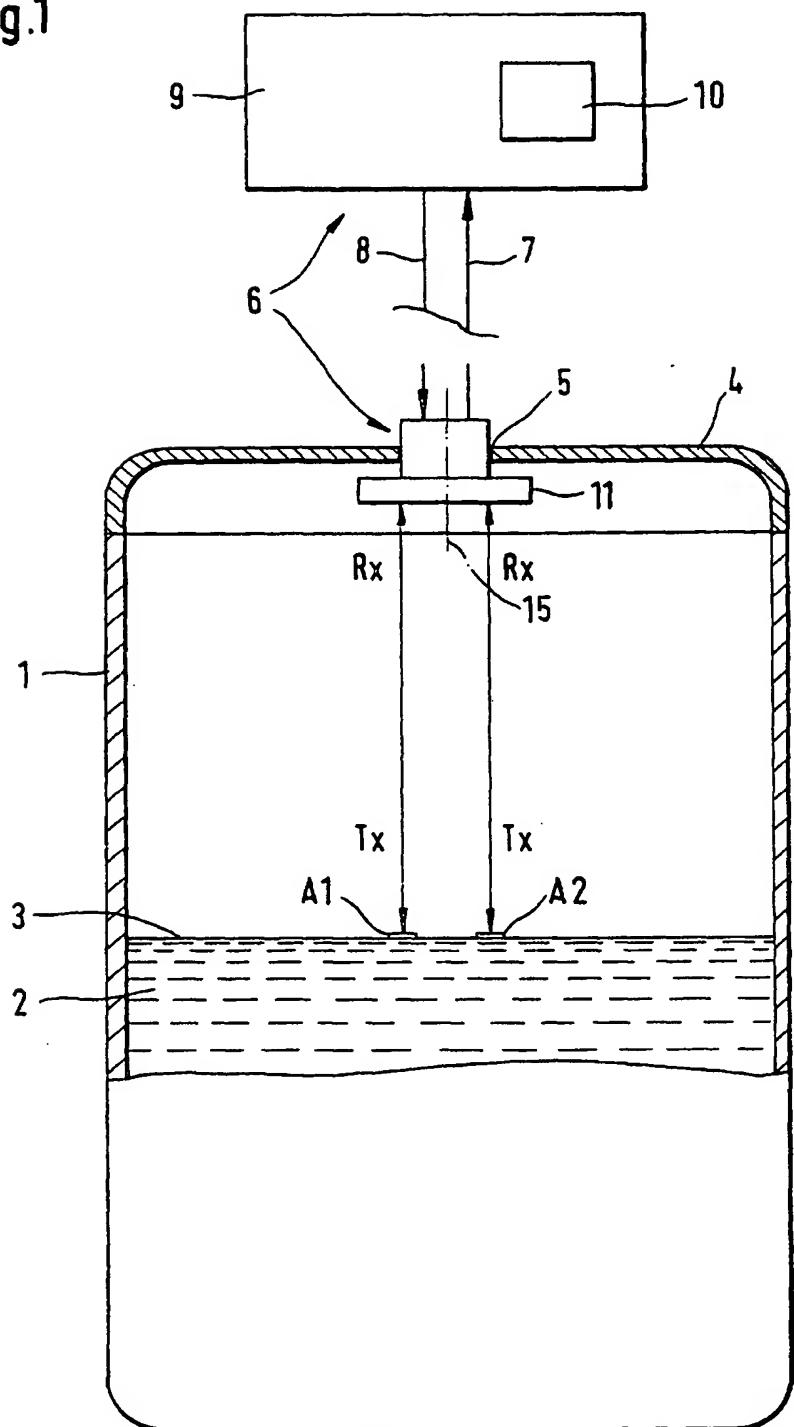


Fig.2

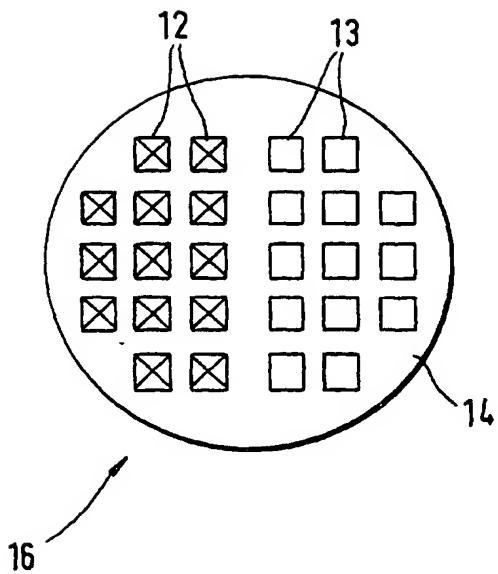
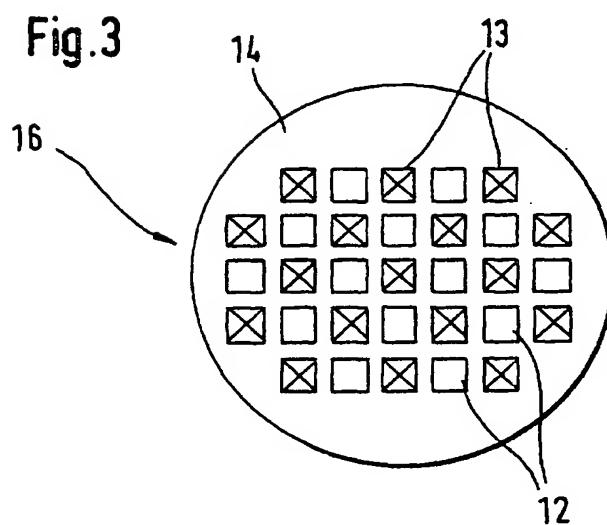


Fig.3



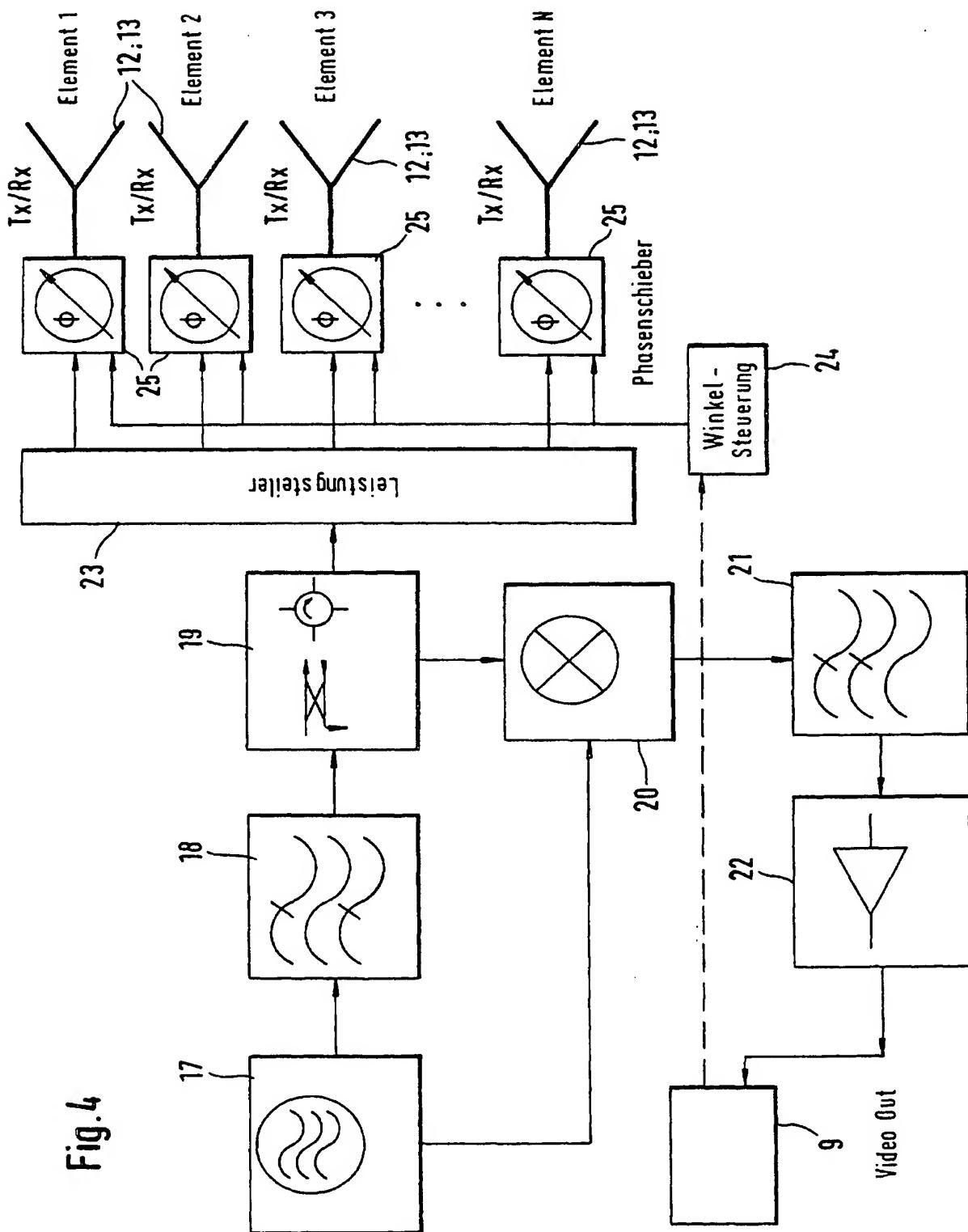


Fig.5

